



令和2年度研究助成 【サウンド技術振興部門】より

## 国産スギ間伐材を用いた純国産弦楽器の開発 (音響特性の解明と制御・設計手法の確立)

富山県立大学 工学部 機械システム工学科  
設計生産工学講座講師

寺島 修

### 1. はじめに

弦楽器の製作に際し、木材は欠かすことのできない材料である。ギターでいえばボディやネックなどの主要部が木材で製作されている。しかし、日本国内に多くの木材があるにもかかわらず、ローズウッドやハワイアンコアなどの海外からの輸入材を用いて製作する弦楽器は多い。海外からの輸入材が重用される数値的・論理的な根拠は著者は生憎持ち合わせていないが、おそらく輸入材の方が弦楽器に適した特性を有しており、製作した楽器の発音・共鳴・減衰特性などが優れるためであると著者は考えている。

このような状況に対し、著者は何とか日本国内にある木材を用いて輸入材を用いた場合と同等、あるいはそれ以上の発音・共鳴・減衰特性をもつ弦楽器をつくり出すことができないかという思いでこの研究を始めた。この理由は2つあり、1つ目は上述の通り、間伐材を始めとして日本国内には多くの木材があるため、それを輸入材の代替材として活用することができれば環境や経済面で多くのメリットが得られる点である。また、2つ目として、輸入材はワシントン条約などの国際取引規制や世界の状況・動向に左右されてその価格や入手の難度が大きく変化するため、安定して

国内で入手し続けるためには課題が想定される点である。

以下ではこの研究について甚だ簡単ではあるが記載させて頂く。なお、学術論文ではないため専門的な記述や十分な数値データの掲載がない点について御容赦頂ければ幸いである。詳細については今後論文等で報告する予定である。また、本研究は富山県南砺市の辻四郎ギター工房の辻隆親氏、富山県農林水産総合技術センター木材研究所の藤澤泰士氏、富山県総合デザインセンターの吉田絵美氏ら、富山県内の技術者・研究者による共同研究であることを書き添えさせて頂く。

### 2. 着想のきっかけ（これまでの研究より）

著者がこの研究に関心をもつきっかけとなったのは2018年から行ったエレクトリックギター用のピックガードの研究<sup>1)~4)</sup>である。ピックガードは弦を弾く際に使用されるピックによりギターのボディが傷つくことを防ぐために取り付けられているものであるが、多くのギターは樹脂製となっている。これは樹脂が安価で軽量であるためと考えられる。これに対し、この研究では富山県の伝統工芸品の一つである高岡銅器の発色技法を用いて製作した金属製のピックガードに注目して研究を行った（図1参照）。

金属製のピックガードは樹脂製に比べて重厚



図1 金属製ピックガードを取り付けたエレクトリックギター

であるが、その独特な発色・光沢感から意匠面での獨創性・オリジナリティが高く、エレクトリックギターの付加価値の一つとして多くの演奏家に受け入れられて好評を得た。その一方、このピックガードを取り付けることでエレクトリックギターの発音特性が、これまでの樹脂製のピックガードを取り付けたギターと異なるものになるという新たな発見も生まれた。また、この発音特性の差異はピックガードの板厚や材質によっても異なることが明らかとなった。例えば、図2に示すように、各弦を弾いた際のエレクトリックギターの出力電圧の値を比較すると、ピックガード以外の部品は全て同一であるギターにも関わらず、使用するピックガードによってその値に差異が生まれた。

この差異の原因を明らかにするため、我々はギターの弦を弾いた際のボディの振動の計測を行った。同一の力で弦を弾いた際のボディの振動を調べた結果、使用するピックガードにより

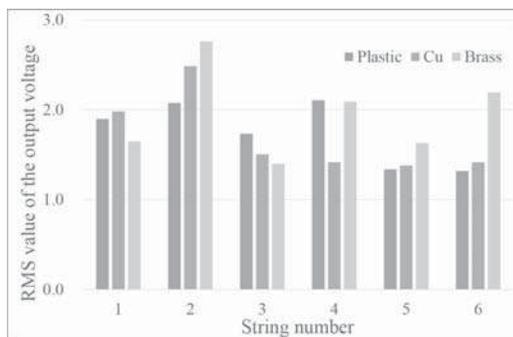


図2 ピックガードの材質を変更した場合の各弦振動時の出力電圧の比較

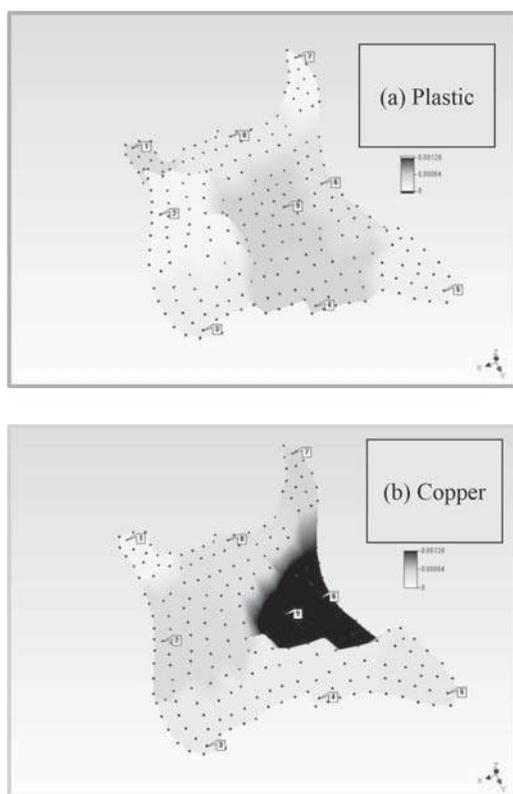


図3 (a) 樹脂製、(b) 銅製のピックガードの振動の様子 (196Hz)

ボディの振動が大きく異なり、また、振動しやすい周波数、振動しにくい周波数が明確に存在

することが明らかとなった(図3参照)。そして、これらの特徴がギターの発音特性と関連性を有していたことから、ピックガードも含めたボディの振動がギターの発音特性に大きく寄与することが明らかとなった。

これらの研究結果から、著者はギターのボディの振動特性の差異が我々の予想以上にギターの発音特性に大きな影響を及ぼすこと、および、その特性を数値的・論理的に把握・評価することが可能であるという結論に達した。このため、ギターに代表される弦楽器の木材の特性を制御・最適化することで、国産材を用いても輸入材を用いた場合と同等の発音特性を発現することができるのではないかと考え、本研究を始めるに至った。また、海外の著名学術誌に投稿されているギターの論文を調べても、木材の差異と発音特性について調べた研究は無く、近年ではエレクトリックギターのピックアップ<sup>5)~8)</sup>や音色の研究<sup>9),10)</sup>が多くなっている点も研究を始める後押しとなった。

### 3. 木材の特性の評価と楽器製作への反映

本研究では、研究のタイトルにもなっているように、はじめに著者の勤務先がある富山県内のスギの木の間伐材を用いて弦楽器を製作することにした。まずはスギの木を用いて弦楽器を製作し、輸入材を用いた弦楽器との発音特性の差異を比較することを目的とした。

スギの木はそのままでは密度が小さく、明確にある輸入材(以下、輸入材A)との差が生じた。このため、本研究では圧縮成型技術を用いてスギの木の密度を高めた板材を使用することとした。圧縮成型をしない場合は輸入材Aの半分以下の密度であったが、圧縮成型後はほぼ同等の密度とすることができた。

密度をほぼ同等とできた一方、別の課題が明らかとなった。その一つが板材の音の通しやすさである。スギの木に比べて輸入材Aは通しやす／通しにくい音の周波数がはっきりする傾向があり、メリハリがある特性を有することが明らかとなった。一方でスギの木はどの周波数に対しても平均的で比較的フラットな特性を有することが明らかとなった。また、音の通しやすさの差異に加えて、両板材の振動特性にも差異が見られた。両板材のもっとも振動しやすい周波数にさほど大きな差異は見られなかったものの、輸入材Aはある周波数の振動が起きやすく、その他の周波数の振動は起きにくいことが明らかとなった。対してスギの木は輸入材Aが振動する周波数でも振動しやすいものの、その振動のしやすさは輸入材Aより小さく、なおかつ、その他の周波数の振動も起きやすいことが明らかとなった。加えて、スギの木は輸入材Aに比べて低周波数の振動を生じやすいことも明らかとなった。

ここまでの結果から、単純に圧縮成型したス

ギの木を用いて弦楽器を製作すると輸入材Aで製作した弦楽器と同等の発音特性は出せない。しかし、木材の圧縮度や板材の厚さを弦楽器の各部位で適切に制御することで、弦楽器で重要となる周波数の音の発音特性を輸入材Aで製作したものに近づけることができると考えられる。例えば、音の通りやすさ／通りにくさが大きく影響を及ぼす部位は板材の圧縮度、振動特性が大きく影響を及ぼす部位は板材の厚さを調節するなど、板材の特性の分布を最適なものとする事で、輸入材Aを用いた場合の発音特性に近づけることができる可能性がある。また、これは夢物語であるかもしれないが、輸入材Aを用いるよりもさらに理想的な発音特性を発現できる可能性もある。

今後は上述の検討結果を踏まえて実際に弦楽器を設計・製作し、その評価を行う予定である。また、スギの木以外の国内で入手可能な木材についても調査を進めており、より輸入材の代替材料に適した木材の探索や、より良い発音特性を発現できる木材の探索を進める予定である。

#### 4. まとめ

本研究では輸入材で製作した弦楽器と同等あるいはそれ以上の発音特性を有する純国産弦楽器の製作を目指して研究を進めている。現状では国産材と輸入材の特性の差異は明確であるが、その差異を補いながら弦楽器を設計・製作

する技術を構築し、目標の達成を目指す。

#### 謝辞

研究の遂行に際し、富山県内の様々な分野の専門家の方々からご助言を得た。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) Terashima, O., Ito, Y., Yamada, H., Mizukami, S., Morisaki, R., Miyajima, T., "Experimental study on the effects of pickguard material on the sound quality of electric guitars", *Vibration Engineering for a Sustainable Future (Experiments, Materials and Signal Processing)* (2021), Chapter 12.
- 2) 伊藤大世, 寺島修, 山田浩幸, 水上正太, 「エレクトリックギターのパックガードの差異が演奏音の差異をもたらすメカニズム」, 日本実験力学学会 2019年度年次講演会 講演論文集, 2019年, A002.
- 3) 伊藤大世, 寺島修, 山田浩幸, 水上正太, 「富山県の伝統工芸を活用したエレキギター用金属製ピックガード使用時の演奏音に関する研究」, 日本機械学会 北陸信越支部 第56期総会・講演会 講演論文集, 2019年, K011.
- 4) 森崎稜磨, 寺島修, 宮島敏郎, 「銅製弦楽器

- 部品が楽器発音特性に及ぼす影響」, 日本機械学会 2020年度年次大会 講演論文集, 2020年, S04204.
- 5) Lotton, P., Lihoreau, B., and Brasseur, E., “Experimental study of a guitar pickup”, Proceedings of the International Symposium on Musical Acoustics (2014), pp. 7 – 12.
  - 6) Paiva, R. C., Pakarinen, J., and Välimäki, V., “Acoustics and modeling of pickups”, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 60, No. 10 (2012), pp. 768 – 782.
  - 7) Guadagnin, L., Lihoreau, B., Lotton, P., and Brasseur, E., “Analytical Modeling and Experimental Characterization of a Magnetic Pickup for Electric Guitar”, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 65, No. 9 (2017), pp. 711 – 721.
  - 8) Mohamad, Z., Dixon, S., and Harte, C., “Pickup position and plucking point estimation on an electric guitar via autocorrelation”, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 142, No. 6 (2017), pp. 3530 – 3540.
  - 9) Paté, A., Le Carrou, J. L., and Fabre, B., “Predicting the decay time of solid body electric guitar tones”, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 135, No. 5 (2014) , pp. 3045 – 3055.
  - 10) Lindroos, N., Penttinen, H., and Välimäki, V., “Parametric electric guitar synthesis”, Computer Music Journal, Vol. 35, No. 3 (2011), pp. 18 – 27.